

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-124109

(43)Date of publication of application : 03.07.1985

(51)Int.Cl.

H03H 9/25

(21)Application number : 58-232446

(71)Applicant : CLARION CO LTD

(22)Date of filing : 09.12.1983

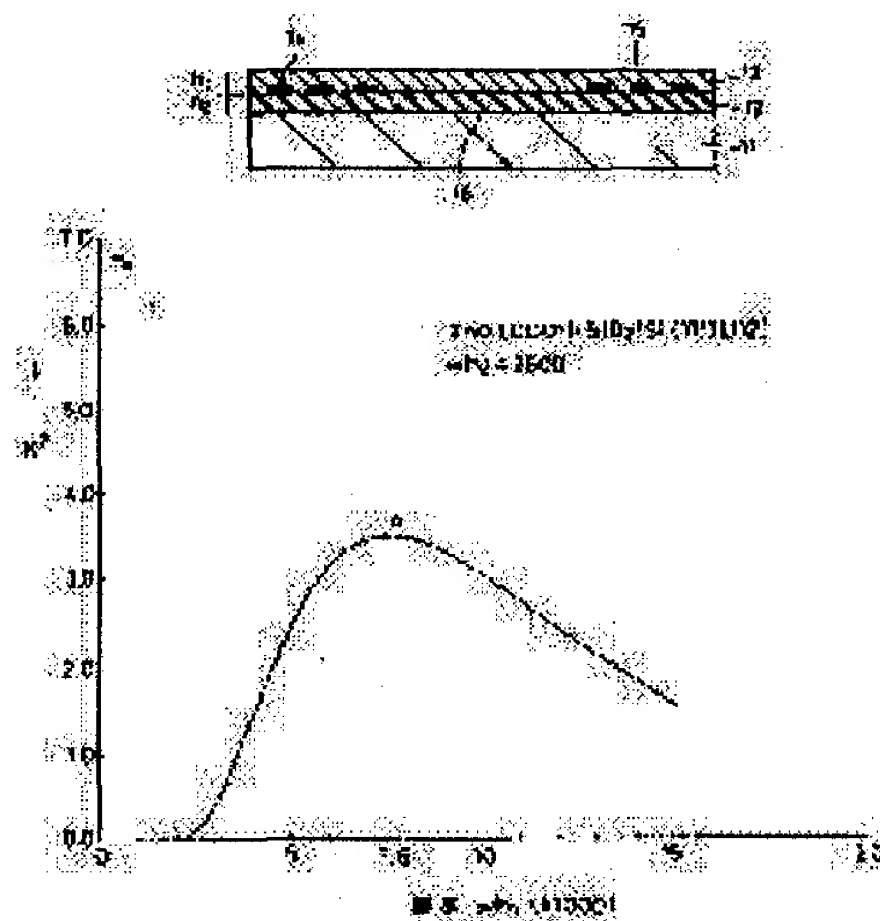
(72)Inventor : ASAI RYUICHI
OKAMOTO TAKESHI
MINAGAWA SHOICHI

(54) SURFACE ELASTIC WAVE ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain highly efficient characteristics by forming an SiO₂ film on a silicon substrate cut at its (111) surface and also forming electrodes and a ZnO film on the SiO₂ film to propagate surface elastic waves in the [112] axial direction of the silicon substrate.

CONSTITUTION: The SiO₂ film 12 having thickness h₂ is formed on the silicon substrate 11 cut almost at its (111) surface and then the ZnO film 13 having the film thickness h₁ is formed on the film 12 so that a surface almost equivalent to a (0001) surface is made parallel with the cut surface of said silicon substrate 11. Input electrodes 14 and output electrodes 15 are also formed on said film 12 as comb line electrode. Characteristics having high electromechanical coupling coefficient K is obtained by propagating Rayleigh wave in the direction almost equivalent to a (112) axial direction of the silicon substrate. Furthermore, a miniaturized element having high density is obtained, when the substrate of an integrated circuit is used as the silicon substrate in common.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-124109

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)7月3日

H 03 H 9/25

6942-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 表面弾性波素子

⑯ 特 願 昭58-232446

⑰ 出 願 昭58(1983)12月9日

⑱ 発 明 者	浅 井 龍 一	東京都文京区白山5丁目35番2号	クラリオン株式会社内
⑲ 発 明 者	岡 本 猛	東京都文京区白山5丁目35番2号	クラリオン株式会社内
⑳ 発 明 者	皆 川 昭 一	東京都文京区白山5丁目35番2号	クラリオン株式会社内
㉑ 出 願 人	クラリオン株式会社	東京都文京区白山5丁目35番2号	
㉒ 代 理 人	弁理士 永田 武三郎		

明 細 書

1. 発明の名称

表面弾性波素子

2. 特許請求の範囲

1. (111)面とほぼ等価な面でカットされたシリコン基板と、このシリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜と、この二酸化シリコン膜上に(0001)面とほぼ等価な面が上記シリコン基板のカット面と平行になるように形成された酸化亜鉛膜と、この酸化亜鉛膜上に形成された電極とを含み、上記シリコン基板の(112)軸方向とほぼ等価な方向に表面弾性波を伝播させるように構成したことを特徴とする表面弾性波素子。

2. 上記結晶面およびその伝播軸が所定結晶面および伝播軸方向から10°以内の傾きを持つことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の表面弾性波素子。

3. 上記表面弾性波素子としてレイリー波を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の表面弾性波素子。

4. 上記酸化亜鉛膜の膜厚 h_1 が、 $4000 \leq \omega h_1 \leq 12000$ (ただし、 ω は表面弾性波の角周波数) の範囲に属することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

5. 上記二酸化シリコン膜の膜厚 h_2 が、 $0 \leq \omega h_2 \leq 10000$ (ただし、 ω は表面弾性波の角周波数) の範囲に属することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

6. 上記シリコン基板と二酸化シリコン膜間に導電膜が形成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第5項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

7. 上記電極がくし型構造を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

8. 上記導電膜が上記くし型電極の少なくとも交差部部分の真下に位置することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第7項のいずれかに記載

の表面弾性波素子。

9. 上記酸化亜鉛膜が上記くし型電極の少なくとも交差部分の真上に位置することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第8項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

10. 上記シリコン基板として集積回路と共通の基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第9項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、高効率で動作し得る構造の表面弾性波素子に関するものである。

弾性体表面に沿って伝播する表面弾性波を利用した各種表面弾性波素子が最近盛んに開発されつつある。この理由としては、第1に表面弾性波の伝播速度は電磁波速度の約 10^{-5} 倍であり、素子の小型化と高密度化が可能であること。

第2に表面弾性波は物質表面を伝播するため伝送路の任意の場所から信号のタッピングが可能であること。第3に物質表面にエネルギーが集中し

ていることから、光や半導体のキャリアとの相互作用を利用したデバイス、あるいは高いエネルギー密度により非線形効果を利用したデバイスに応用できること。

第4にその製造技術にIC技術が活用できるため、ICと組み合わせた新しい素子の実現が期待できること、等が挙げられる。

第1図および第2図は従来の表面弾性波素子の構造を示すもので、1はニオブ酸リチウム(LiNbO_3)からなる圧電基板で、2はシリコンからなる半導体基板で(111)面とほぼ等価な面でカットされたものからなり、3は酸化亜鉛(ZnO)からなる圧電薄膜で(0001)面とほぼ等価な面が上記シリコン基板2のカット面と平行になるように形成されたものからなり、4、5は上記ニオブ酸リチウム基板1上およびシリコン基板2上に互いに交差するように設けられたくし型電極で、例えば4は入力電極、5は出力電極として使用される。

ここで入力電極4から励振された表面弾性波は

上記ニオブ酸リチウム基板1表面あるいは酸化亜鉛膜3表面を伝播して出力電極5から取り出される。

これらの構造において第1図においては表面弾性波としてレイリー波を用いて伝播させた場合、素子特性上重要な指標である電気機械結合係数 K の二乗値 K^2 は大きな値が得られるので、この利点を活かして種々の分野に応用されている。

しかしその反面基板が単一材料から構成されているために、電気機械結合係数 K が基板結晶軸方向およびそれに對する表面弾性波の伝播方向によつて固定化されてしまう欠点がある。

この点第2図においては表面弾性波としてレイリー波を用いてシリコン基板2の $(11\bar{2})$ 軸方向とほぼ等価な方向に伝播させた場合、酸化亜鉛膜3の膜厚 h_3 を解析によつて求める或る値に選ぶことにより K^2 特性に柔軟性を持たせることができ、また第1図構造よりも大きな電気機械結合係数 K を得ることができる。例えば上記酸化亜鉛膜厚 h_3 を $\omega h_3 = 8500$ (ω は表面弾性波の角周波

数)に選ぶことにより K^2 は約3.05%を得ることができる。

しかしこの構造では酸化亜鉛膜3はスパッタ技術等により形成されるが、上記のように最適特性を得るにはその膜厚を比較的大きく形成する必要があるため生産性の面でコストアップになるのが避けられない欠点がある。このためできるだけ小さな膜厚でできるだけ大きな電気機械結合係数 K が得られるような構造が望まれている。

本発明は以上の問題に對処してなされたもので、(111)面とほぼ等価な面でカットされたシリコン基板と、このシリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜と、この二酸化シリコン膜上に(0001)面とほぼ等価な面が上記シリコン基板のカット面と平行になるように形成された酸化亜鉛膜と、この酸化亜鉛膜上に形成された電極とを含み、上記シリコン基板の $(11\bar{2})$ 軸方向とほぼ等価な方向に表面弾性波を伝播させるように構成して従来欠点を除去するようにした表面弾性波素子を提供することを目的とするものである。以下図面を

参照して本発明実施例を説明する。

第3図は本発明実施例による表面弾性波素子を示す断面図で、11は(111)面とほぼ等価な面でカットされたシリコン基板、12はこのシリコン基板11上に形成された膜厚 h_2 を有する二酸化シリコン(SiO_2)膜、13はこの二酸化シリコン膜12上に(0001)面とほぼ等価な面が上記シリコン基板11のカット面と平行になるように形成された膜厚 h_1 を有する酸化亜鉛膜、14、15は各々互いに交差するように二酸化シリコン膜9上に形成されたくし型電極からなる入力電極および出力電極、16は上記シリコン基板11と二酸化シリコン膜12間に形成された導電膜で膜厚は無限に小さいことが望ましい。

なお上記導電膜16あるいは酸化亜鉛膜13はくし型電極14、15の少なくとも交差部分の真下にあるいは真上に位置するように形成されることが望ましい。

以上の構造〔 $\text{ZnO}(0001)/\text{SiO}_2/\text{Si}(111)(11\bar{2})$ と略記〕の表面弾性波素子に対し、表面弾性波と

してレイリー波を用いてシリコン基板11の(112)軸方向とほぼ等価な方向に伝播させることにより第4図のような K^2 特性曲線が得られた。

第4図において横軸は酸化亜鉛膜 h_1 の厚さを ωh_1 (ω は角周波数)で示し、縦軸は電気機械結合係数 K の二乗値 K^2 を百分率で示すものである。第4図は $\omega h_2 = 2600$ に設定した状態で ωh_1 を変化させた(図ましくは4000～12000の範囲内で)場合の K^2 の変化を示している。二酸化シリコン膜12の膜厚 h_2 は $0 \leq \omega h_2 \leq 10000$ の範囲内で変化させることができる。

第4図から明らかなように、酸化亜鉛膜13の膜厚 h_1 および二酸化シリコン膜12の膜厚 h_2 を各々 $\omega h_1 = 7600$ および $\omega h_2 = 2600$ に選ぶことにより、A点において最大値 $K^2 = 3.49\%$ が得られた。

上記値は第2図の従来構造で得られた値($K^2 = 3.05\%$ 、 $\omega h_1 = 8500$)よりも大であり、しかも酸化亜鉛13の膜厚 h_1 は二酸化シリコン膜12を介在させることにより従来の $\omega h_1 = 8500$ から

$\omega h_1 = 7600$ へと小さくすることができる。

これにより生産性の面でコストダウンを計ることができる。

また酸化亜鉛膜13の膜厚 h_1 および二酸化シリコン膜12の膜厚 h_2 を前記した範囲内で適当に調整することにより、特性の点で従来構造より優れた柔軟性を持った表面弾性波素子を実現することができる。

なおシリコン基板11のカット面は(111)面とほぼ等価な面、酸化亜鉛膜13は(0001)面とほぼ等価な面およびシリコン基板11の伝播軸は(112)軸方向とほぼ等価な方向の場合に例をとって説明したが、それらに示した所定値から10%以下の値を有している場合でも素子特性には本質的差異は認められない。

第5図は本発明の他の実施例としてコンボルバ用素子に適用した例を示すもので、17は酸化亜鉛膜13上に設けられたゲート電極で入力電極14と出力電極15間に相当した位置に設けられる。

この構造によれば導電膜16がそのまま設けられ

ているので前実施例同様に K^2 特性に優れた素子を得ることができる。

なおくし型電極の代りに、シリコン基板11、二酸化シリコン膜12および酸化亜鉛膜13内に発生する電気的ポテンシャルを利用することができる。

以上述べて明らかなように本発明によれば、(111)面とほぼ等価な面でカットされたシリコン基板と、このシリコン基板上に形成された二酸化シリコン膜と、この二酸化シリコン膜上に(0001)面とほぼ等価な面が上記シリコン基板のカット面と平行になるように形成された酸化亜鉛膜と、この酸化亜鉛膜上に形成された電極とを含み、上記シリコン基板の(112)軸方向とほぼ等価な方向に表面弾性波を伝播させるように構成したものであるから、電気機械結合係数を大きくとることができるので表面弾性波素子を効率よく動作させることができる。

なお本発明によればシリコン基板として換振回路と共通基板を用いることにより、集積回路技術を活用して機能素子と半導体素子を一体化した小

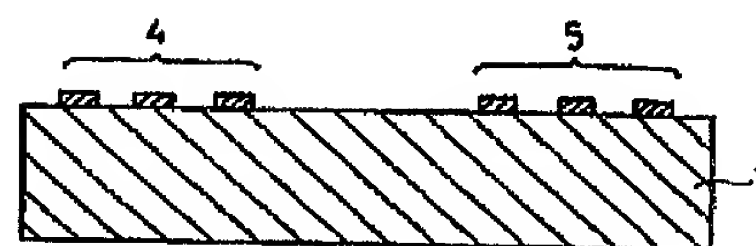
型かつ高密度な素子の実現が可能である。

4. 図面の簡単な説明

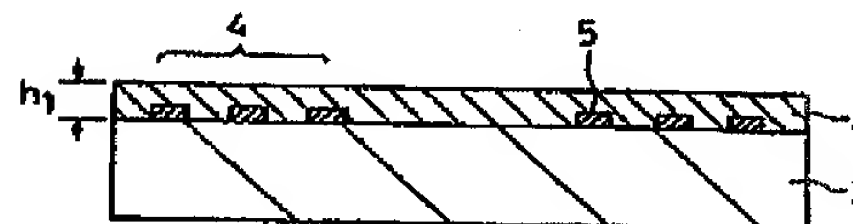
第1図および第2図は共に従来例を示す断面図、第3図および第5図は共に本発明実施例を示す断面図、第4図は本発明によつて得られた結果を示す特性図である。

11…シリコン基板、12…二酸化シリコン膜、13…酸化亜鉛膜、14…入力電極、15…出力電極、16…導電膜、17…ゲート電極。

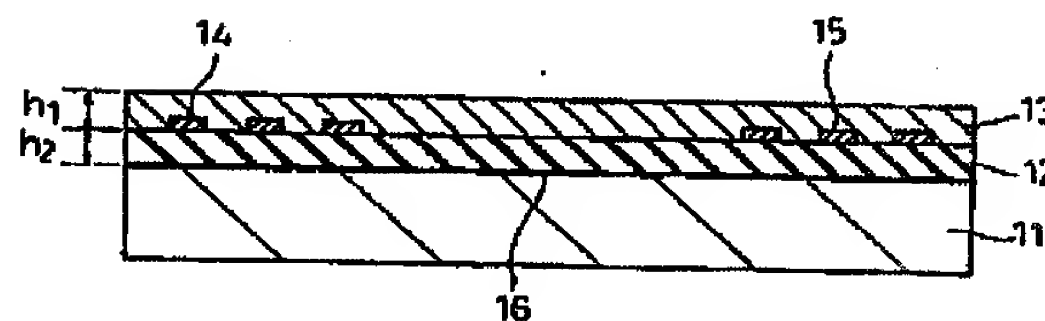
第1図



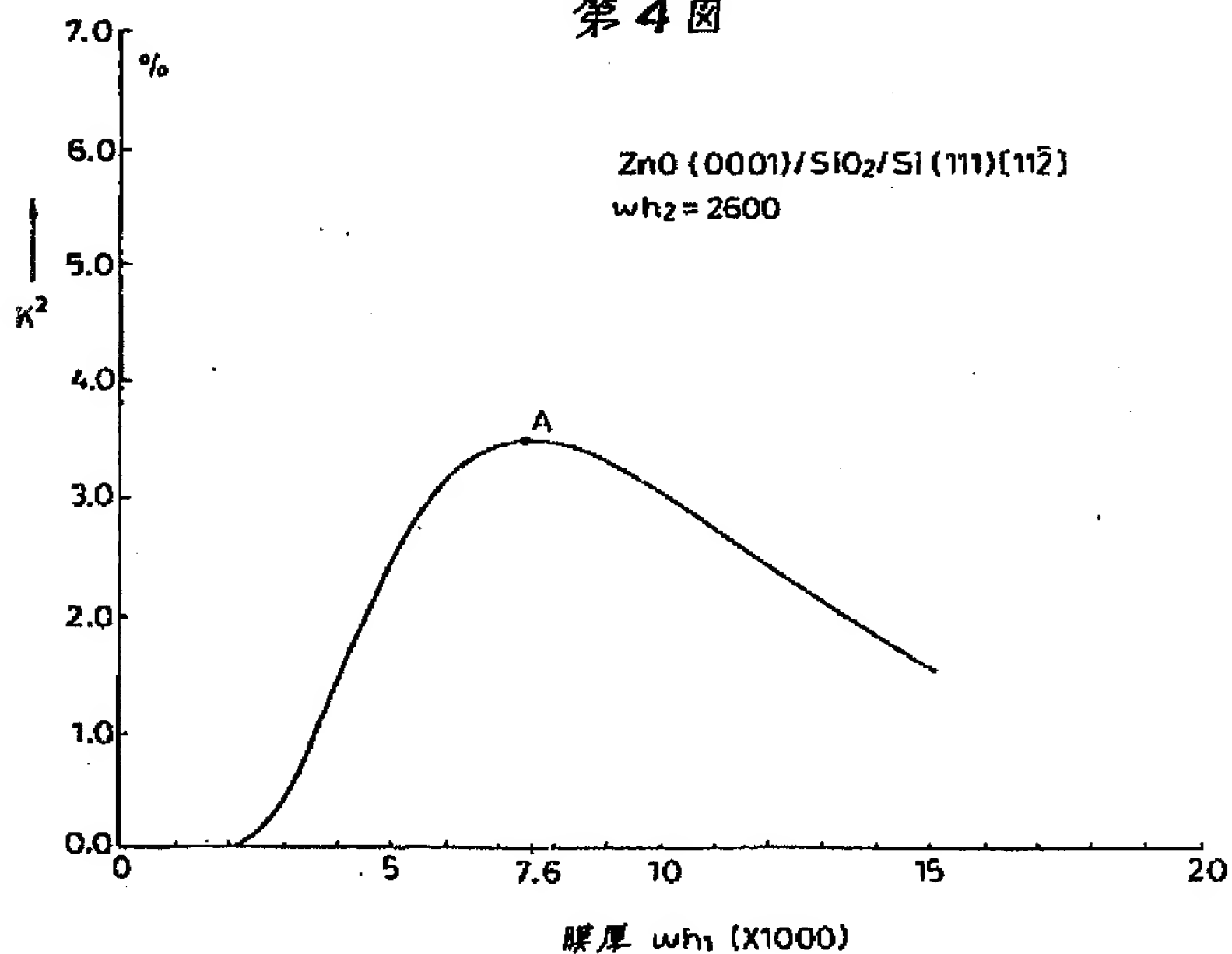
第2図



第3図



第4図



手続補正書

昭和59年4月23日

特許庁長官 若杉和夫 殿

1. 事件の表示

昭和58年特許願 第232446号

2. 発明の名称

表面弾性波素子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所

名称 (148) クラリオン株式会社

4. 代理人 干105

住所 東京都港区芝3丁目2番14号 芝三丁目ビル

電話 (03) 455-8746 番

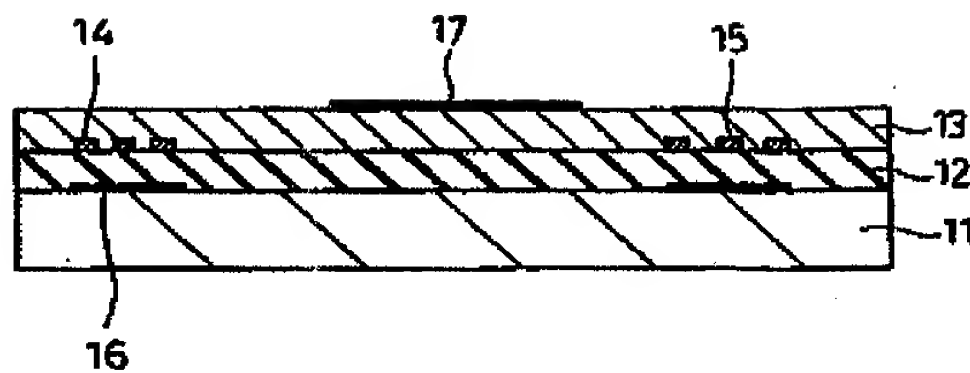
氏名 (7238) 弁理士 永田 武三郎

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲、発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

第5図



(1) 本願の特許請求の範囲を下記の通り補正する。

「1. (111)面とほぼ等価な面でカットされたシリコン基板と、このシリコン基板上に形成された導電膜と、この導電膜上に形成された二酸化シリコン膜と、この二酸化シリコン膜上に形成された電極と、該電極の上に(0001)面とほぼ等価な面が上記シリコン基板のカット面と平行になるように形成された酸化亜鉛膜を含み、上記シリコン基板の[112]軸方向とほぼ等価な方向に表面弾性波を伝播させるように構成したことを特徴とする表面弾性波素子。

2. 上記結晶面およびその伝播軸が所定結晶面および伝播軸方向から 10° 以内の傾きを持つことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の表面弾性波素子。

3. 上記表面弾性波素子としてレイリー波を用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の表面弾性波素子。

4. 上記酸化亜鉛膜の膜厚 h_1 が、 $4000 \leq \omega h_1 \leq 12000$ (ただし、 ω は表面弾性波の角周波数)

の範囲に属することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第3項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

5. 上記二酸化シリコン膜の膜厚 h_2 が、 $0 \leq \omega h_2 \leq 10000$ (ただし、 ω は表面弾性波の角周波数)の範囲に属することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第4項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

6. 上記電極がくし型構造を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第5項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

7. 上記導電膜が上記くし型電極の少なくとも交差幅部分の真下に位置することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第6項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

8. 上記酸化亜鉛膜が上記くし型電極の少なくとも交差幅部分の真上に位置することを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第7項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

9. 上記シリコン基板として集積回路と共通の

基板を用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第8項のいずれかに記載の表面弾性波素子。」

(2) 本願明細書第6頁第16行「この酸化亜鉛膜」を「二酸化シリコン膜」に補正する。

(3) 同書第7頁第14行「望ましい。」の後に「また、ここで言う導電膜とは、金属膜のみに限らず、基板表面の導電率が高い性質をもつ層のすべてを含んでいる。」を加入する。

(4) 同書第9頁第20行乃至第10頁第1行の「導電膜16がそのまま設けられているので」を削除する。

(5) 同書第10頁第3行「の代りに」を「を用いずとも」に補正する。

(6) 同頁第5行「ことができる。」を「素子の実現が期待できる。」に補正する。

(7) 同頁第12行「この酸化亜鉛膜上」を「二酸化シリコン膜上」に補正する。

(8) 同頁第13行「み、」と「上記シリコン…」との間に「さらに、シリコン基板と二酸化シリコン膜界面に導電膜を形成し、」を加入する。